

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2003年 2月 3日  
Date of Application:

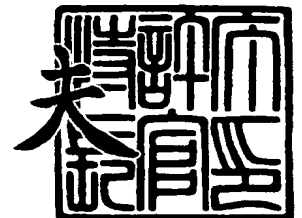
出願番号                      特願2003-026119  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP 2003-026119]

出願人                      三菱電機株式会社  
Applicant(s):

2003年12月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号    出証特2003-3102725

【書類名】 特許願

【整理番号】 543569JP01

【提出日】 平成15年 2月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F01F 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 竹井 夢賀子

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 荒木 健

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 曾根 孝典

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 寺本 浩行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 花本 隆行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 松永 訓明

**【特許出願人】****【識別番号】** 000006013**【氏名又は名称】** 三菱電機株式会社**【代理人】****【識別番号】** 100057874**【弁理士】****【氏名又は名称】** 曾我 道照**【選任した代理人】****【識別番号】** 100110423**【弁理士】****【氏名又は名称】** 曾我 道治**【選任した代理人】****【識別番号】** 100084010**【弁理士】****【氏名又は名称】** 古川 秀利**【選任した代理人】****【識別番号】** 100094695**【弁理士】****【氏名又は名称】** 鈴木 憲七**【選任した代理人】****【識別番号】** 100111648**【弁理士】****【氏名又は名称】** 梶並 順**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 000181**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1

【物件名】	要約書 1
【プルーフの要否】	要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラスチック磁石前駆体、その製造方法およびプラスチック磁石

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 1 種類以上の磁石粉末の周囲に熱可塑性樹脂粉末が付着されて粉末状に構成されているプラスチック磁石前駆体。

【請求項 2】 熱可塑性樹脂粉末の周囲に少なくとも 1 種類以上の磁石粉末が付着されて粉末状に構成されているプラスチック磁石前駆体。

【請求項 3】 少なくとも 1 種類以上の前記磁石粉末には、磁石粉末と前記熱可塑性樹脂粉末とを結合させるカップリング剤が被覆されている請求項 1 または請求項 2 に記載のプラスチック磁石前駆体。

【請求項 4】 前記熱可塑性樹脂粉末の酸化劣化を防止する酸化防止剤が含まれている請求項 1 ないし請求項 3 の何れかに記載のプラスチック磁石前駆体。

【請求項 5】 前記磁石粉末による前記熱可塑性樹脂粉末の酸化劣化を防ぐ金属不活性剤が含まれている請求項 1 ないし請求項 4 の何れかに記載のプラスチック磁石前駆体。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 5 の何れかに記載のプラスチック磁石前駆体の製造方法であって、前記磁石粉末が前記熱可塑性樹脂粉末と接触したときに前記熱可塑性樹脂粉末の接触面が溶融する温度まで予め磁石粉末を加熱し、この加熱した磁石粉末を前記熱可塑性樹脂粉末と混合し、前記磁石粉末の熱により前記熱可塑性樹脂粉末を溶融して磁石粉末に付着させるプラスチック磁石前駆体の製造方法。

【請求項 7】 請求項 3 ないし請求項 5 の何れかに記載のプラスチック磁石前駆体の製造方法であって、前記カップリング剤で被覆された前記磁石粉末を、前記カップリング剤の軟化温度以上、前記熱可塑性樹脂粉末の溶融温度以下の条件下で熱可塑性樹脂粉末と混合し、軟化した前記カップリング剤に前記熱可塑性樹脂粉末を付着させるプラスチック磁石前駆体の製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 ないし請求項 5 の何れかに記載のプラスチック磁石前駆体の製造方法であって、前記熱可塑性樹脂粉末を活性化処理した後、前記磁

石粉末と混合し、活性化した前記熱可塑性樹脂粉末を前記磁石粉末に付着させるプラスチック磁石前駆体の製造方法。

【請求項 9】 請求項 3 ないし請求項 5 の何れかに記載のプラスチック磁石前駆体の製造方法であって、前記熱可塑性樹脂粉末および前記磁石粉末を被覆した前記カップリング剤の少なくとも一方を活性化処理した後、前記熱可塑性樹脂粉末と前記磁石粉末とを混合し、前記カップリング剤により前記熱可塑性樹脂粉末と前記カップリング剤とを結合させるプラスチック磁石前駆体の製造方法。

【請求項 10】 請求項 1 ないし請求項 5 の何れかに記載のプラスチック磁石前駆体を射出成形して形成されているプラスチック磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、磁石粉末および熱可塑性樹脂粉末を含むプラスチック磁石前駆体、その製造方法およびプラスチック磁石に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、プラスチック磁石は、磁石粉末と、熱可塑性樹脂粉末との混合物、または該混合物を混練した物を破碎またはストランドカット、水中カット、ホットカット等の破断による造粒物であるところのコンパウンドを用いて、圧縮成形、押出成形および射出成形して製造されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献 1】

特開平 9-312207 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記構成のプラスチック磁石の材料であるプラスチック磁石前駆体として、混合物を用いた場合には、磁石粉末と熱可塑性樹脂粉末との比重差が非常に大きく異なるため、比重差に起因して磁石粉末と熱可塑性樹脂粉末とが分離し易く、磁石粉末と熱可塑性樹脂粉末とが一定比率を保った状態で次工程に連続供給するこ

とが困難であるという問題点があった。

【0005】

また、プラスチック磁石の材料であるプラスチック磁石前駆体としてコンパウンドを用いた場合には、コンパウンド自身が混練工程において熱履歴および剪断履歴を受けることになり、これにより熱可塑性樹脂粉末の熱劣化、酸化劣化、磁石粉末の破壊が生じ、また磁石粉末による熱可塑性樹脂粉末の酸化劣化促進が著しいという問題点があった。

【0006】

この発明は、上記のような問題点を解決することを課題とするものであって、プラスチック磁石を成形する際には、熱可塑性樹脂粉末と磁石粉末とを一定比率で供給できるとともに、熱可塑性樹脂粉末が熔融され、磁石粉末が剪断される混練工程を不要としたプラスチック磁石前駆体を得ることを目的とする。

【0007】

また、熱可塑性樹脂粉末を磁石粉末に確実に付着することができるプラスチック磁石前駆体の製造方法を得ることを目的とする。

【0008】

さらに、磁気特性の劣化が少なく、品質安定性の高いプラスチック磁石を得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明に係るプラスチック磁石前駆体は、少なくとも1種類以上の磁石粉末の周囲に熱可塑性樹脂粉末が付着されて粉末状に構成されている。

【0010】

また、この発明に係るプラスチック磁石前駆体は、熱可塑性樹脂粉末の周囲に少なくとも1種類以上の磁石粉末が付着されて粉末状に構成されている。

【0011】

この発明に係るプラスチック磁石前駆体の製造方法は、予め磁石粉末が熱可塑性樹脂粉末と接触したときに前記熱可塑性樹脂粉末の接触面が熔融する温度まで磁石粉末を加熱し、この加熱した磁石粉末を前記熱可塑性樹脂粉末と混合し、前

記磁石粉末の熱により前記熱可塑性樹脂粉末を溶融して磁石粉末に付着させる。

【0012】

この発明に係るプラスチック磁石前駆体の製造方法は、カップリング剤で被覆された磁石粉末を、前記カップリング剤の軟化温度以上、熱可塑性樹脂粉末の溶融温度以下の条件下で熱可塑性樹脂粉末と混合し、軟化した前記カップリング剤に前記熱可塑性樹脂粉末を付着させる。

【0013】

この発明に係るプラスチック磁石前駆体の製造方法は、熱可塑性樹脂粉末を活性化処理した後、磁石粉末と混合し、活性化した前記熱可塑性樹脂粉末を前記磁石粉末に付着させる。

【0014】

この発明に係るプラスチック磁石前駆体の製造方法は、熱可塑性樹脂粉末および磁石粉末を被覆したカップリング剤の少なくとも一方を活性化処理した後、前記熱可塑性樹脂粉末と前記磁石粉末とを混合し、前記カップリング剤により前記熱可塑性樹脂粉末と前記カップリング剤とを結合させる。

【0015】

この発明に係るプラスチック磁石は、プラスチック磁石前駆体を射出成形して形成されている。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態について説明するが、各実施の形態において、同一部材、部位については同一符号を付して説明する。

実施の形態1.

最大長1000 $\mu$ m未満、平均厚み30 $\mu$ mの液体急冷法によって製造されたNd-Fe-B系等方性磁石粉末と平均粒径1.4 $\mu$ m $\phi$ のフェライト異方性磁石粉末をチタネート系カップリング剤であるイソプロピルトリイソステアロイルチタネートを用いて表面被覆処理を施した。各磁石粉末の表面の被覆処理方法は以下のとおりである。

【0017】



チタネート系カップリング剤を溶媒 *n*-酢酸ブチルで希釈した溶液中で磁石粉末を 30 分間攪拌した。使用したカップリング剤の量は磁石粉末 100 重量部に対し 0.5 重量部である。溶液の容量は、磁石粉末の体積含有率が 5% になるようにした。攪拌後、放置により磁石粉末を沈降させ、上澄みのみを除去し、残ったスラリー状物質を吸引濾過することにより不要な溶液を除去した後、80℃で真空加熱乾燥後、不活性ガス置換した。これにより、磁石粉末の表面はカップリング剤で被覆された。

#### 【0018】

不活性ガス置換したヘンシェルミキサー中で熱可塑性樹脂粉末であるポリアミド 12 粉末 100 重量部に対し 0.2 重量部の金属不活性剤である 2', 3-ビス[[3-[3, 5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシフェニル]プロピオニル]]プロピオノヒドラジン、さらにヒンダードフェノール系酸化防止剤である、N, N'-ヘキサン-1, 6-ジイルビス[3-(3, 5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシフェニルプロピオナミド)、リン系酸化防止剤であるトリス(2, 4-ジ-*tert*-ブチルフェニル)フォスファイトおよびラクトン系酸化防止剤である 3-ヒドロキシ-5, 7-ジ-*tert*-ブチルフラン-2-オンとキシレンの反応生成物を各々 0.1 重量部添加し、攪拌した。

#### 【0019】

ここに、さらにカップリング剤で被覆された上記 2 種類の磁石粉末を加え、60℃の条件下で攪拌を行い、射出成形用プラスチック磁石前駆体を得た。

この時の Nd-Fe-B 系磁石粉末とフェライト磁石粉末と熱可塑性樹脂粉末の重量比率は 54.5 wt%、36 wt%、9.5 wt% であった。

#### 【0020】

次に、上記プラスチック磁石前駆体から上記プラスチック磁石を射出成形して製造する手順について説明する。

図 1 はプラスチック磁石を製造するための射出成型機の構成図である。

上記プラスチック磁石前駆体は、先ず表面にフッ素系樹脂被膜 23 が形成されたホッパー 9 から投入口 21 を通じて加熱シリンダー 7 に投入される。このとき、ホッパー 9 には振動機構 22 が設けられているので、粉末状のプラスチック磁

石前駆体がホッパー 9 内でのブリッジの形成を防止することができる。

なお、振動機構としては、圧電素子や磁歪素子を用いた方式や、電磁モータによる可動子の打ち付けや、偏心可動子の回転などの方式を用いることができる。

加熱シリンダー 7 の加熱ゾーン A、加熱ゾーン B ではヒータにより 230℃の温度に加熱されており、投入されたプラスチック磁石前駆体は熱を受けて可塑化され、スクリュー回転機構 12 により回転するスクリュー 8 によって加熱シリンダー 7 前部の貯留ゾーン 10（加熱ゾーン C）に搬送される。240℃に加熱された貯留ゾーン 10 内のプラスチック磁石前駆体は規定量に達した後、加圧機構 13 によって加圧され、加熱シリンダー 7 の先端の射出口 14 から金型 11 内に射出、注入される。注入の際に成形体表面の肌荒れ不良を防ぐため、金型は必要に応じて 50℃～180℃の温度に加熱される。

#### 【0021】

この金型 11 にはリング状の電磁コイル 17 が取り付けられており、この電磁コイル 17 に電流が通電されて 1.5 T の磁場が生じ、磁場印加方向の板厚方向に配向された直径 30 mm×厚さ 8 mm のプラスチック磁石を得ることができた。

このプラスチック磁石の磁気特性を表 1 に示す。

#### 【0022】

【表 1】

	残留磁化 (T)	保磁力Hc (kA/m)	最大エネルギー積B <sub>H</sub> max (kJ/m <sup>3</sup> )
実施の形態1	0.407	638	30.0
比較例1	0.399	619	28.8
実施の形態2	0.402	627	29.4
比較例2	0.394	608	27.3
実施の形態3	0.463	788	38.1
比較例3	0.453	761	36.3
実施の形態4	0.571	1020	59.5
比較例4	0.559	986	57.0
実施の形態5	0.512	774	45.6
比較例5	0.502	749	43.9
実施の形態6	0.575	1050	60.8
比較例6	0.564	1015	58.5
実施の形態7	0.724	1057	92.5
比較例7	0.708	1023	88.2
実施の形態8	0.606	913	68.4
比較例8	0.593	883	65.3
実施の形態9	0.615	735	69.0
比較例9	0.603	713	66.0

## 【0023】

比較例として、上記カップリング剤で被覆した磁石粉末2種類と、酸化防止剤等を添加した熱可塑性樹脂粉末を2軸押出機で混練押出しを行い、ストランド化し、ペレタイザーを用いてプラスチック磁石前駆体であるペレットを製造した。該ペレットを用いて同様に射出成形を行い、直径30mm×厚さ8mmのプラスチック磁石を得た。

この磁気特性を表1の比較例1に示す。

この例から実施の形態1のプラスチック磁石は、比較例1と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態1のプラスチック磁石は比較例1と比較して磁気特性が優れていることが分かった。

**【0024】**

図2(a)は上記実施の形態1のプラスチック磁石前駆体の説明図であり、熱可塑性樹脂粉末2よりも大きなサイズの磁石粉末1の表面を被覆しているカップリング剤4を介して熱可塑性樹脂粉末2が結合している状態を示している。

なお、図2(b)に示しように、熱可塑性樹脂粉末2よりも小さなサイズの磁石粉末3の表面を被覆しているカップリング剤4を介して熱可塑性樹脂粉末2が結合するものであってもよい。

**【0025】**

この実施の形態のプラスチック磁石前駆体は、2種類の磁石粉末1の周囲に熱可塑性樹脂粉末2がカップリング剤4を介して結合して粉末状に構成されており、その製造途中には混練工程が無く、同工程における熱可塑性樹脂粉末の熱劣化、酸化劣化、磁石粉末の破壊を防止することができる。

また、従来のコンパウンド、ペレットと同様に、熱可塑性樹脂粉末と磁石粉末との混合比率がムラ無く安定したプラスチック磁石前駆体を射出成形機に連続供給することができる。

また、このプラスチック磁石前駆体を用いて射出成形により形成されたプラスチック磁石は、磁気特性の劣化が少なく、品質のばらつきが小さい。

**【0026】**

また、2種類の磁石粉末1には、磁石粉末1と熱可塑性樹脂粉末2とを結合させるカップリング剤4で被覆されているので、磁石粉末1と熱可塑性樹脂粉末2との付着力がより強くなり、付着後のはがれ落ちを防ぐことができる。

さらに、磁石粉末1の表面は、カップリング剤4で被覆されているので、磁石粉末1による樹脂の酸化による劣化を防ぐことができる。このため、プラスチック磁石前駆体の品質安定性が向上し、その結果、プラスチック磁石の品質安定性が向上する。

**【0027】**

また、この実施の形態1のプラスチック磁石前駆体では、カップリング剤4で被覆された2種類の磁石粉末1を、カップリング剤4の軟化温度以上であり熱可塑性樹脂粉末の熔融温度以下である60℃の条件下で熱可塑性樹脂粉末2と混合

したので、カップリング剤 4 で被覆した磁石粉末 1 は、カップリング剤 4 の加水分解性基側が磁石粉末 1 と結合しており、軟化したカップリング剤 4 の有機官能基側が外側にある熱可塑性樹脂粉末 2 と容易に結合し、混練工程無しに射出成形用プラスチック磁石前駆体が製造される。

#### 【0028】

また、上記プラスチック磁石前駆体には酸化防止剤が含まれているので、前駆体の製造工程および射出成形時の熱可塑性樹脂の酸化劣化を防ぐことができる。このため、射出成形時の樹脂の流れ性が向上し、金型 11 内で磁石粉末 1 の磁場配向度が向上する。その結果、さらに磁気特性が高いプラスチック磁石を得ることができる。

#### 【0029】

また、上記プラスチック磁石前駆体には金属不活性剤が含まれているので、前駆体の製造工程および射出成形時の磁石粉末による樹脂の酸化劣化を防ぐことができる。このため、射出成形時の樹脂の流れ性がより高くなり、金型 11 内で磁石粉末の磁場配向度がより向上する。その結果、さらに磁気特性が高いプラスチック磁石を得ることができる。

#### 【0030】

実施の形態 2.

上記実施の形態 1 で射出成形を行った際に発生したスプルーとランナーを粉碎して得られた粉末（リターン材）と実施の形態 1 の射出成形用のプラスチック磁石前駆体を 3 対 7 の重量比率で混合、攪拌したものをプラスチック磁石前駆体とした。

このプラスチック磁石前駆体を図 1 に示した射出成型機を用いてプラスチック磁石を得た。このときの加熱シリンダー 7 の加熱ゾーン A、B の加熱温度、貯蔵ゾーン 10 の加熱温度、および金型 11 の磁場強度は、実施の形態 1 と同一であり、また製造されたプラスチック磁石の大きさも実施の形態 1 と同一であった。

#### 【0031】

このプラスチック磁石の磁気特性を表 1 に示す。

比較例として、上記実施の形態 1 の比較例 1 の射出成形を行った際に発生した

スプルーとランナーを粉碎して得られた粉末と実施の形態 1 の比較例 1 のペレットを 3 対 7 の重量比率で混合・攪拌したものをプラスチック前駆体とした。これを用いて同一の条件下で射出成形を行い実施の形態 2 と同一形状のプラスチック磁石を得た。

この磁気特性を表 1 に示す。

#### 【0032】

この表から実施の形態 2 のプラスチック磁石は、比較例 2 と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態 2 のプラスチック磁石は比較例 2 と比較して磁気特性が優れていることが分かった。

#### 【0033】

実施の形態 3.

最大長 1000  $\mu$ m 未満、平均厚み 30  $\mu$ m の液体急冷法によって製造された Nd-Fe-B 系等方性磁石粉末をシラン系カップリング剤である  $\gamma$ -ウレイドプロピルトリエトキシシランを用いて表面の被覆処理を行った。

その被覆をする手順は、先ず磁石粉末 100 重量部に対し 0.1 重量部のカップリング剤をエチルアルコールで濃度 10 ml / 100 ml に希釈した。次に、このカップリング剤溶液を磁石粉末に噴霧し、最後に真空加熱混合攪拌機を用いてエチルアルコールを加熱 (80℃) 真空除去することで、磁石粉末の表面はカップリング剤で被覆された。

#### 【0034】

また、不活性ガス置換し、カップリング剤の軟化温度以上であり熱可塑性樹脂粉末の熔融温度以下である 80℃ に加熱したヘンシェルミキサー中で熱可塑性樹脂粉末であるポリアミド 6 粉末 100 重量部に対し 0.2 重量部の金属不活性剤である 2', 3-ビス [ [3- [3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル] プロピオニル] ] プロピオノヒドラジン、0.15 重量部のヒンダードフェノール系酸化防止剤であるエチレンビス (オキシエチレン) ビス [3- (5-tert-ブチル-4-ヒドロキシ-m-トリル) プロピオネート]、0.1 重量部のリン系酸化防止剤であるテトラキス (2, 4-ジ-tert-ブチルフェニル) [1, 1-ビフェニル] -4, 4'-ジイルビスホスフォナイト、

さらに 0.1 重量部のラクトン系酸化防止剤である 3-ヒドロキシ-5,7-ジ-tert-ブチルフラン-2-オンとキシレンの反応生成物をそれぞれ混合、攪拌した。

#### 【0035】

次に、金属不活性剤および酸化防止剤が含まれたこの熱可塑性樹脂粉末に、熱可塑性樹脂粉末と磁石粉末との重量比率が 13wt%と 87wt%になるように、上記カップリング剤が表面に被覆された磁石粉末を加え、さらに混合、攪拌して射出成形用のプラスチック磁石前駆体を製造した。

#### 【0036】

このプラスチック磁石前駆体から図 1 に示した射出成型機を用いてプラスチック磁石を得た。このときの加熱シリンダー 7 の加熱ゾーン A、B の加熱温度、貯蔵ゾーン 10 の加熱温度は、実施の形態 1 と同一であるが、金型 11 には磁場が印加されていない。また、製造されたプラスチック磁石の大きさも実施の形態 1 と同一であった。

#### 【0037】

比較例として、上記カップリング剤で被覆した磁石粉末と、酸化防止剤等を添加した樹脂粉末とを 2 軸押出機で混練押出しを行い、ストランド化し、ペレタイザーを用いてプラスチック磁石前駆体であるペレットを製造した。該ペレットを用いて同様に射出成形を行い、実施の形態 3 と同一の大きさのプラスチック磁石を得た。

このプラスチック磁石の磁気特性を表 1 に示す。

この表から実施の形態 3 のプラスチック磁石は、比較例 3 と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態 3 のプラスチック磁石は比較例 3 と比較して磁気特性が優れていることが分かった。

#### 【0038】

実施の形態 4.

平均粒径  $3\mu\text{m}\phi$  の拡散還元法で製造された Sm-Fe-N 系異方性磁石粉末を熱可塑性樹脂の熔融温度付近である  $275^{\circ}\text{C}$  まで不活性ガス中で加熱した。

次に、この加熱 Sm-Fe-N 系磁石粉末を、金属不活性剤である 2', 3-

ビス [ [3- [3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル] プロピオニル] ] プロピオノヒドラジドを熱可塑性樹脂100重量部に対して0.2重量部を添加して室温で高速攪拌されている熱可塑性樹脂粉末であるポリフェニレンサルファイド粉末に加えることにより、射出成形用プラスチック磁石前駆体を製造した。

ポリフェニレンサルファイド粉末とSm-Fe-N系磁石粉末の重量比率は15wt%と85wt%であった。

#### 【0039】

このプラスチック磁石前駆体から図1に示した射出成型機を用いてプラスチック磁石を得た。このときの加熱シリンダー7の加熱ゾーンAの加熱温度は290℃、加熱ゾーンBの加熱温度は300℃、貯蔵ゾーン10である加熱ゾーンCの加熱温度は310℃であり、金型11には1.5Tの磁場が印加された。

また、製造されたプラスチック磁石の大きさも実施の形態1と同一であった。

#### 【0040】

比較例として、磁石粉末と、金属不活性剤を添加した熱可塑性樹脂粉末を2軸押出機で混練押出しを行い、ストランド化し、プラスチック磁石前駆体であるペレタイザーを用いてペレットを製造した。該ペレットを用いて同様に射出成形を行い、実施の形態4と同一形状のプラスチック磁石を得た。

この磁気特性を表1の比較例4に示す。

この例から実施の形態4のプラスチック磁石は、比較例4と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態4のプラスチック磁石は比較例4と比較して磁気特性が優れていることが分かった。

#### 【0041】

図3は上記実施の形態4のプラスチック磁石前駆体の説明図であり、熱可塑性樹脂粉末2が樹脂粉末2よりも小さいサイズの磁石粉末3との接触面で熔融し、付着した状態を示している。

#### 【0042】

この実施の形態4のプラスチック磁石前駆体については、熱可塑性樹脂粉末2の周囲に磁石粉末1が付着されており、上記実施の形態1～3と同様に、その製



造途中には混練工程が無く、同工程における樹脂の熱劣化、酸化劣化、磁石粉末の破壊を防止することができる。

また、上記実施の形態 1～3 と同様に、熱可塑性樹脂粉末と磁石粉末との混合比率がムラ無く安定した状態でプラスチック磁石前駆体を射出成形機に連続供給することができる。

また、このプラスチック磁石前駆体を用いて射出成形により形成されたプラスチック磁石は、磁気特性の劣化が少なく、品質のばらつきが小さい。

#### 【0043】

実施の形態 5.

平均粒径  $30\mu\text{m}\phi$  の液体急冷法で製造された Nd-F e-B 系等方性磁石粉末を熱可塑性樹脂粉末であるポリアミド 12 樹脂の熔融温度付近である  $180^{\circ}\text{C}$  まで不活性ガス中で加熱した。

次に、この  $180^{\circ}\text{C}$  に加熱された Nd-F e-B 系等方性磁石粉末を、ポリアミド 12 樹脂 100 重量部に対して金属不活性剤である 2', 3-ビス [ [3-[3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル] プロピオニル] ] プロピオノヒドラジド 0.2 重量部、さらにヒンダードフェノール系酸化防止剤である N, N'-ヘキサ-1, 6-ジイルビス [3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニルプロピオナミド) 0.1 重量部、リン系酸化防止剤である トリス (2, 4-ジ-tert-ブチルフェニル) フォスファイト 0.15 重量部およびラクトン系酸化防止剤である 3-ヒドロキシ-5, 7-ジ-tert-ブチルフラン-2-オンとキシレンの反応生成物 0.05 重量部を添加して不活性ガス中、室温で高速攪拌されているポリアミド 12 樹脂粉末の中へ加え、高速攪拌することにより、射出成形用プラスチック磁石前駆体を製造した。

ポリアミド 12 の熱可塑性樹脂粉末と Nd-F e-B 系磁石粉末の重量比率は 10wt% と 90wt% であった。

#### 【0044】

このプラスチック磁石前駆体から図 1 に示した射出成型機を用いてプラスチック磁石を得た。このときの加熱シリンダー 7 の加熱ゾーン A の加熱温度は  $230$

℃、加熱ゾーンBの加熱温度は230℃、貯蔵ゾーン10である加熱ゾーンCの加熱温度は240℃であり、金型11には磁場が印加されていない。

また、製造されたプラスチック磁石の大きさも実施の形態1と同一であった。

#### 【0045】

比較例として、酸化防止剤、金属不活性剤を添加した熱可塑性樹脂粉末に磁石粉末を混合したものを2軸押出機で混練、押出しを行い、ストランド化し、ペレタイザーを用いてプラスチック磁石前駆体であるペレットを製造した。

該ペレットを用いて同様に射出成形を行い、実施の形態5と同一の大きなプラスチック磁石を得た。

この磁気特性を表1で比較例5に示す。

この例から実施の形態5のプラスチック磁石は、比較例5と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態5のプラスチック磁石は比較例5と比較して磁気特性が優れていることが分かった。

#### 【0046】

図4は上記実施の形態5のプラスチック磁石前駆体の説明図であり、熱可塑性樹脂粉末2が熱可塑性樹脂粉末2よりも大きいサイズの磁石粉末1との接触面で溶融し、付着した状態を示している。

#### 【0047】

この実施の形態5のプラスチック磁石前駆体については、磁石粉末1の周囲に熱可塑性樹脂粉末2が付着されており、上記実施の形態1～4と同様に、その製造途中には混練工程が無く、同工程における樹脂の熱劣化、酸化劣化、磁石粉末の破壊をふせぐことができる。

また、上記実施の形態1～4と同様に、熱可塑性樹脂粉末と磁石粉末との混合比率がムラ無く安定したプラスチック磁石前駆体を射出成形機に連続供給することができる。

また、この前駆体を用いて射出成形により形成されたプラスチック磁石は、磁気特性の劣化が少なく、品質のばらつきが小さい。

#### 【0048】

実施の形態6.

平均粒径  $3\ \mu\text{m}\phi$  の拡散還元法で製造された  $\text{Sm}-\text{Fe}-\text{N}$  系異方性磁石粉末 100 重量部に対し、0.2 重量部のアルミニウム系カップリング剤であるアセトアルコキシアルミニウムジイソプロピレートをイソプロピルアルコールで濃度  $2\text{ ml}/100\text{ ml}$  に希釈した溶液を加え、スラリー状にして混合攪拌を行った。この後、真空加熱混合攪拌機にて  $80^\circ\text{C}$  真空攪拌を行い、イソプロピルアルコールを除去した。

さらに、該磁石粉末を被覆しているカップリング剤を活性化するために波長  $254\text{ nm}$  の紫外線を 90 秒照射した。

#### 【0049】

次に、活性化したカップリング剤で被覆された  $\text{Sm}-\text{Fe}-\text{N}$  系磁石粉末を、金属不活性剤である 2', 3-ビス [[3- [3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル] プロピオニル]] プロピオノヒドライドを熱可塑性樹脂 100 重量部に対して 0.2 重量部の割合で添加して室温で高速攪拌しているポリフェニレンサルファイド粉末に、加えることにより、射出成形用のプラスチック磁石前駆体を製造した。

熱可塑性樹脂粉末であるポリフェニレンサルファイド粉末と  $\text{Sm}-\text{Fe}-\text{N}$  系磁石粉末の重量比率は 15 wt % と 85 wt % であった。

#### 【0050】

このプラスチック磁石前駆体から図 1 に示した射出成型機を用いてプラスチック磁石を得た。このときの加熱シリンダー 7 の加熱ゾーン A の加熱温度は  $290^\circ\text{C}$ 、加熱ゾーン B の加熱温度は  $300^\circ\text{C}$ 、貯蔵ゾーン 10 である加熱ゾーン C の加熱温度は  $310^\circ\text{C}$  であり、金型 11 には 1.5 T の磁場が印加された。

また、製造されたプラスチック磁石の大きさも実施の形態 1 と同一である。

#### 【0051】

比較例として、活性化されたカップリング剤で被覆された磁石粉末と、金属不活性剤を添加した熱可塑性樹脂粉末とを 2 軸押出機で混練、押出しを行い、ストランド化し、ペレタイザーを用いてプラスチック磁石前駆体であるペレットを製造した。

該ペレットを用いて同様に射出成形を行い、実施の形態 5 と同一の大きさのプ

ラスチック磁石を得た。

この磁気特性を表 1 で比較例 1 に示す。

この例から実施の形態 6 のプラスチック磁石は、比較例 6 と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態 6 のプラスチック磁石は比較例 6 と比較して磁気特性が優れていることが分かった。

#### 【0052】

図 5 (a) は熱可塑性樹脂粉末 2 よりも大きなサイズの磁石粉末 1 を被覆した活性化したカップリング剤 6 を介して磁石粉末 1 に熱可塑性樹脂粉末 2 が結合している様子を示す説明図であり、このものであってもよい。

なお、図 5 (b) は、上記実施の形態 6 のプラスチック磁石前駆体の説明図であり、熱可塑性樹脂粉末 2 よりも小さなサイズの磁石粉末 3 を被覆している活性化したカップリング剤 6 を介して熱可塑性樹脂粉末 2 に磁石粉末 3 が結合した状態を示している。

なお、いる様子を示す説明図であり、このものであってもよい。

#### 【0053】

この実施の形態 6 のプラスチック磁石前駆体では、磁石粉末 1 の周囲に被覆されたカップリング剤 6 に熱可塑性樹脂粉末 2 が付着されており、上記実施の形態 1 と同様に、その製造途中には混練工程が無く、同工程における樹脂の熱劣化、酸化劣化、磁石粉末の破壊をふせぐことができる。

また、熱可塑性樹脂粉末と磁石粉末との混合比率がムラ無く安定したプラスチック磁石前駆体を射出成形機に連続供給することができる。

また、このプラスチック磁石前駆体を用いて射出成形により形成されたプラスチック磁石は、磁気特性の劣化が少なく、品質のばらつきが小さい。

#### 【0054】

また、カップリング剤 6 の表面は波長 254 nm の紫外線を 90 秒照射して活性化されているので、実施の形態 1 および 3 のように、カップリング剤 6 を加熱して軟化すること無く、熱可塑性樹脂粉末をカップリング剤 6 に容易に付着することが可能となる。

#### 【0055】

なお、図 14 に示すように、磁石粉末 1 の表面に被覆されたカップリング剤を活性化処理するためには、活性化処理手段である紫外線照射器 30 をホッパー 9 に設けるようにすればよい。

#### 【0056】

実施の形態 7.

磁石粉末 100 重量部に対してチタネートカップリング剤であるイソプロピルトリ (N-アミノエチル-アミノエチル) チタネートを 1 重量部メチルアルコールで濃度 20 ml / 100 ml に希釈し、平均粒径 50  $\mu$ m の HDDR 法によって製造された Nd-F e-B 系異方性磁石粉末に噴霧し真空加熱混合搅拌机にてメチルアルコールを 60℃ 加熱真空除去した。これにより、磁石粉末の表面にカップリングが被膜された磁石粉末を製造した。

次に、波長 185 nm の紫外線を 90 秒照射することにより表面を活性化された熱可塑性樹脂粉末であるポリアミド 12 樹脂粉末を高速攪拌している中に、酸化防止剤であるジエチル [ [3, 5-ビス (1, 1-ジメチルエチル) -4-ヒドロキシフェニル] メチル] ホスフォネートを熱可塑性樹脂 100 重量部に対して 0.2 重量部の割合で加えるとともに、磁石粉末を投入し、さらに 30℃ で 10 分間の高速攪拌を行った。

これにより、射出成形用プラスチック磁石前駆体を製造した。ポリアミド 12 粉末と Nd-F e-B 系磁石粉末の重量比率は 8 wt % と 92 wt % であった。

#### 【0057】

このプラスチック磁石前駆体から図 1 に示した射出成型機を用いてプラスチック磁石を得た。このときの加熱シリンダー 7 の加熱ゾーン A の加熱温度は 230℃、加熱ゾーン B の加熱温度は 230℃、貯蔵ゾーン 10 である加熱ゾーン C の加熱温度は 240℃であり、金型 11 には 1.5 T の磁場が印加された。また、製造されたプラスチック磁石の大きさも実施の形態 1 と同一であった。

#### 【0058】

比較例として、カップリング剤で被覆された磁石粉末と、酸化防止剤を添加した活性化された熱可塑性樹脂粉末とを 2 軸押出機で混練押出しを行い、ストランド化し、ペレタイザーを用いてプラスチック磁石前駆体であるペレットを製造し

た。該ペレットを用いて同様に射出成形を行い、実施の形態7と同一の大きさのプラスチック磁石を得た。

この磁気特性を表1で比較例7に示す。

この例から実施の形態7のプラスチック磁石は、比較例7と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態7のプラスチック磁石は比較例と比較して磁気特性が優れていることが分かった。

#### 【0059】

図6(a)は、上記実施の形態7のプラスチック磁石前駆体の説明図であり、表面が活性化された熱可塑性樹脂粉末5よりも大きなサイズの磁石粉末1にカップリング剤4を介して可塑性樹脂粉末5が結合した状態を示している。

なお、図6(b)は熱可塑性樹脂粉末5よりも小さなサイズの磁石粉末3が、表面が活性化された熱可塑性樹脂粉末5に付着している様子を示す説明図であり、このものであってもよい。

#### 【0060】

この実施の形態7のプラスチック磁石前駆体では、磁石粉末1の周囲に、表面が活性化された熱可塑性樹脂粉末5がカップリング剤4を介して結合されており、上記実施の形態1と同様に、その製造途中には混練工程が無く、同工程における樹脂の熱劣化、酸化劣化、磁石粉末の破壊を防ぐことができる。

また、熱可塑性樹脂粉末と磁石粉末との混合比率がムラ無く安定したプラスチック磁石前駆体を射出成形機に連続供給することができる。

また、このプラスチック磁石前駆体を用いて射出成形により形成されたプラスチック磁石は、磁気特性の劣化が少なく、品質のばらつきが小さい。

#### 【0061】

また、熱可塑性樹脂粉末5の表面は波長185nmの紫外線を90秒照射して活性化されているので、実施の形態1および3のように、カップリング剤6を加熱して軟化すること無く、樹脂粉末1の表面には、熱可塑性樹脂粉末5が容易に付着される。

なお、実施の形態7において、熱可塑性樹脂粉末の表面は、254nm以下の短波長、好ましくは185nm以下の短波長紫外線照射処理で活性化すればよい

。

また、熱可塑性樹脂粉末だけではなく、カップリング剤についても、紫外線照射により活性化処理を行うようにしてもよい。

#### 【0062】

実施の形態 8.

磁石粉末 100 重量部に対してチタネートカップリング剤であるイソプロピルトリス（ドデシルベンゼンスルフォニル）チタネートを 1 重量部メチルアルコールで濃度 20 ml / 100 ml に希釈し、平均粒径 3  $\mu$  m の Sm-Co 系異方性磁石粉末と平均粒径 5  $\mu$  m の還元拡散法により製造された Sm-Fe-N 異方性磁石粉末に噴霧し、真空加熱混合攪拌機を用いてメチルアルコールを 60℃ 加熱真空除去した。これによりカップリング剤被覆磁石粉末を製造した。

#### 【0063】

次に、波長 185 nm の紫外線を 90 秒照射することにより表面を活性化させた熱可塑性樹脂粉末であるポリフェニレンサルファイド粉末を高速攪拌している中へ、ヒンダードフェノール系酸化防止剤であるオクタデシル 3-（3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル）プロピオネートを樹脂 100 重量部に対し 0.2 重量部加え、さらに 2 種類の該カップリング剤被覆磁石粉末を投入し、さらに 30℃ で 10 分間の高速攪拌を行った。

これにより、射出成形用プラスチック磁石前駆体を製造した。ポリフェニレンサルファイド粉末、Sm-Co 系磁石粉末および Sm-Fe-N 系磁石粉末の重量比率は 12 wt %、46.5 wt % と 41.5 wt % であった。

#### 【0064】

このプラスチック磁石前駆体から図 1 に示した射出成型機を用いてプラスチック磁石を得た。このときの加熱シリンダー 7 の加熱ゾーン A の加熱温度は 290℃、加熱ゾーン B の加熱温度は 300℃、貯蔵ゾーン 10 である加熱ゾーン C の加熱温度は 310℃であり、金型 11 には 1.5 T の磁場が印加された。また、製造されたプラスチック磁石の大きさも実施の形態 1 と同一であった。

#### 【0065】

比較例として、カップリング剤で被覆された 2 種類の磁石粉末と、酸化防止剤

を添加した活性化された熱可塑性樹脂粉末を 2 軸押出機で混練押出しを行い、ストランド化し、ペレタイザーを用いてプラスチック磁石前駆体であるペレットを製造した。該ペレットを用いて同様に射出成形を行い、実施の形態 8 と同一の大きさのプラスチック磁石を得た。

この磁気特性を表 1 で比較例 1 に示す。

この例から実施の形態 8 のプラスチック磁石は、比較例 8 と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態 8 のプラスチック磁石は比較例と比較して磁気特性が優れていることが分かる。

#### 【0066】

この実施の形態 8 のプラスチック磁石前駆体では、2 種類の磁石粉末の周囲に、カップリング剤を介して表面が活性化された熱可塑性樹脂粉末が結合されているが、実施の形態 7 と同様の効果を得ることができる。

#### 【0067】

実施の形態 9.

印加電圧 15 kV で発生した電子を表面に衝突させるコロナ放電処理により、表面を活性化させた熱可塑性樹脂粉末である全芳香族ポリエステル粉末を高速攪拌している中に、酸化防止剤である、3, 3', 3'', 5, 5', 5''-ヘキサ-tert-ブチル-a, a', a''-(メシチレン-2, 4, 6-トリイル)トリーパークレゾールを樹脂 100 重量部に対し 0.2 重量部加え、さらに不活性ガス中で 200℃ に加熱した平均粒径 5  $\mu$ m の還元拡散法により製造された Sm-Fe-N 系異方性磁石粉末と平均粒径 30  $\mu$ m の液体急冷法により製造された Nd-Fe-B 等方性磁石粉末を投入し、さらに高速攪拌を 10 分間行った。これにより、射出成形用プラスチック磁石前駆体を製造した。

全芳香族ポリエステル粉末、Sm-Fe-N 系磁石粉末および Nd-Fe-B 系磁石粉末の重量比率は 10 wt %、45 wt % と 45 wt % であった。

#### 【0068】

このプラスチック磁石前駆体から図 1 に示した射出成型機を用いてプラスチック磁石を得た。

このときの加熱シリンダー 7 の加熱ゾーン A の加熱温度は 260℃、加熱ゾー



ンBの加熱温度は260℃、貯蔵ゾーン10である加熱ゾーンCの加熱温度は270℃であり、金型11には1.5Tの磁場が印加された。また、製造されたプラスチック磁石の大きさも実施の形態1と同一であった。

#### 【0069】

比較例として、2種類の磁石粉末と、酸化防止剤を添加した活性化された熱可塑性樹脂粉末を2軸押出機で混練押出しを行い、ストランド化し、ペレタイザーを用いてプラスチック磁石前駆体であるペレットを製造した。

該ペレットを用いて同様に射出成形を行い、実施の形態9と同一のプラスチック磁石を得た。

#### 【0070】

この磁気特性を表1で比較例9に示す。

この例から実施の形態9のプラスチック磁石は、比較例9と比較して、残留磁化、保持力および最大エネルギー積が優れており、この実施の形態9のプラスチック磁石は比較例9と比較して磁気特性が優れていることが分かった。

#### 【0071】

この実施の形態9のプラスチック磁石前駆体では、磁石粉末1の周囲に、コロナ放電処理で表面が活性化された熱可塑性樹脂粉末5が付着されており、実施の形態7と同様の効果を得ることができる。

#### 【0072】

なお、熱可塑性樹脂粉末5の表面は、印加電圧10～50kV、好ましくは15～30kVで、熱可塑性樹脂粉末との距離を2～30mmとしたコロナ放電処理で活性化すればよい。

また、図15に示すように、熱可塑性樹脂粉末5を活性化処理するためには、活性化処理手段であるコロナ放電器31を、加熱シリンダー7に直結され原料を加熱シリンダー7内に投入する供給器32に設けるようにすればよい。

#### 【0073】

なお、熱可塑性樹脂粉末は、上記各実施の形態に用いられた熱可塑性樹脂粉末に限定されるものではなく、他にも、例えば、各種ポリアミド（例6、11、66、46、612）でもよいし、また熱可塑性ポリイミド、ポリブチレンテレフ

タレート、ポリエチレンテレフタレート等の液晶ポリマーでもよいし、さらにポリフェニレンオキシド、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィンでもよい。また、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリエーテルでもよいし、ポリアセタール等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ、熱可塑性エラストマー等の少なくとも1種類以上のものであってもよい。

#### 【0074】

また、カップリング剤は、上記各実施の形態に用いられたカップリング剤に限定されるものではなく、他にも例えば、チタネート系カップリング剤である、イソプロピルトリス（ジオクチルパイロホスフェート）チタネート、ビス（ジオクチルパイロホスフェート）オキシアセテートチタネート、イソプロピルトリクミルフェニルチタネート、ジクミルフェニルオキシアセテートチタネートであってもよい。また、シラン系カップリング剤である、N- $\beta$ -（アミノエチル）- $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 $\beta$ -（3，4-エポキシシクロヘキシル）エチルトリメトキシシランであってもよい。

#### 【0075】

また、熱可塑性樹脂粉末と磁石粉末とを混合、攪拌する前に、予め熱可塑性樹脂粉末に添加、混合される酸化防止剤については、上記各実施の形態に用いられた酸化防止剤に限定されるものではなく、他にも例えば、ヒンダードフェノール系酸化防止剤である、ペンタエリスリトールテトラキス[3-（3，5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル）プロピオネート]、ベンゼンプロパン酸，3，5-ビス（1，1-ジメチルエチル）-4-ヒドロキシ，C7～C9側鎖アルキルエステルであってもよい。また、リン系酸化防止剤である、ビス[2，4-ビス（1，1-ジメチルエチル）-6-メチルフェニル]エチルエステル亜リン酸であってもよい。また、ラクトン系酸化防止剤である、3-ヒドロキシ-5，7-ジ-tert-ブチルフラン-2-オンとキシレンの反応生成物であってもよい。

#### 【0076】

また、射出成形機については、プラスチック磁石前駆体を貯留するための貯留ゾーン 10 を必ずしも加熱シリンダー 7 の前部に設ける必要はなく、図 7 に示すように加熱シリンダー 7 の外部に別途加熱ヒータ付きの貯留シリンダー 15 として設置するようにしてもよい。

この場合、スクリー 8 によって加熱シリンダー 7 前方へ送り出された前駆体 26 は加熱ヒータ付きの流路 16 を通って該貯留シリンダー 15 に充填される。充填量が規定量に達した後、該前駆体は加圧機構 13 によって加圧され、貯留シリンダー 15 の先端の射出口 14 から金型 11 内に射出、注入される。

#### 【0077】

なお、ホッパー 9 へのプラスチック磁石前駆体の供給は、ホッパー 9 の上に配置された貯蔵タンク 19 から取り出し弁 20 を介して行うことができる。

また、貯蔵タンク 19 の代わりに、図 8 に示すようにプラスチック磁石前駆体 26 を加熱シリンダー 7 に供給する速度の制御機能を有し連続供給が可能である供給器 18 を用いることもできる。なお、供給器 18 は加熱シリンダー 7 の側面に直接設置してもよく、その場合ホッパー 9 は省略される。

#### 【0078】

また、この場合にも、ホッパー 9、供給器 18 に振動機構を取り付けることにより、内壁に付着したプラスチック磁石前駆体を落とすことができるようにしてもよい。

また、ホッパー 9 あるいは供給器 18 の内壁に、滑り性の良い、例えばフッ素系樹脂材料を被覆することにより、前駆体が内壁に付着するのを防ぐようにしてもよい。

#### 【0079】

また、図 9 に示すように、ホッパー 9 にスクリー 24 を取り付けることにより、プラスチック磁石前駆体のブリッジ現象を解消し、加熱シリンダー 7 への供給を安定に行うようにしてもよい。スクリー 24 は 1 軸よりも 2 軸の方がより優れた効果が得られる。また、供給器 18 にもスクリー 24 を取り付けることにより、前駆体のブリッジ現象を解消し、加熱シリンダー 7 への供給を安定に行うようにしてもよい。

**【0080】**

また、金型 11 については、図 10 (a)、(b) に示すように、円筒形状の成形体 30 の左右に電磁コイル 17 を設置し、それぞれのコイル 17 に相反する方向に電流を通電させることで成形体 30 にラジアル方向の磁場を発生させることで、ラジアル異方性リングプラスチック磁石を成形することができる。

**【0081】**

また、図 11 (a)、(b) に示すように、円筒形状の成形体 31 の外側に 6 個の永久磁石 25 を配置し、成形体 31 に 6 つの磁極パターンの磁場を形成することで、6 極異方性のプラスチック磁石の成形体を得ることができる。

磁場の発生に永久磁石を用いることにより、電磁石の場合と比べて電流が不要、磁気回路の大きさがコンパクトなどの利点を有する。

**【0082】**

また、実施の形態 2 では、実施の形態 1 により製造されたプラスチック磁石前駆体と、そのリターン材とを混合、攪拌したものについて説明したが、この各実施の形態で製造されたプラスチック磁石前駆体とともに、従来のコンパウンドやリターン材である複合体を加熱シリンダー 7 内に投入することも可能である。リターン材は射出成形で発生したスプール・ランナーを、破砕機や粉砕機により破砕片または粉砕粉末に加工したものであり、射出原料として再利用することができるものである。また、射出成形により製造されたプラスチック磁石についても破砕機や粉砕機により破砕片または粉砕粉末に加工すれば同様にリターン材として用いることができる。

**【0083】**

プラスチック磁石前駆体とともに複合体を加熱シリンダー 7 内への投入する場合、予め両者を混合しておき、例えば図 1 に示すホッパー 9 からその混合物を流し込むことにより行うことができる。複合体と、プラスチック磁石前駆体とが相互に均一に分散した状態で供給されるため、加熱シリンダー 7 内でプラスチック磁石前駆体および複合体が均質に混じり合う。さらに、複合体として粉末状のものを用いることにより、片状や粒状の場合よりもプラスチック磁石前駆体との相互分散性がより高い状態を得ることが可能である。

なお、ホッパー 9 への混合物の供給は、手動の他、図 7 の貯蔵タンク 19 から取り出し弁 20 を介して行うことができる。また、図 8 に示すように供給器 18 を用いることもできる。

#### 【0084】

また、図 12 に示すように、プラスチック磁石前駆体 26 の供給器 18 とは別に、複合体 27 の供給器 28 を備え、加熱シリンダー 7 への投入口 21 を共有するようにしてもよい。この例によれば、複合体およびプラスチック磁石前駆体の混合物を予め製造する必要がなく、また、両者の投入比率を能動的に制御することが可能となる。

なお、図 13 に示すように複合体用の供給器 28 およびプラスチック磁石前駆体用の供給器 18 を加熱シリンダー 7 に直結するようにしてもよい。

#### 【0085】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、この発明のプラスチック磁石前駆体によれば、少なくとも 1 種類以上の磁石粉末の周囲に熱可塑性樹脂粉末が付着されて粉末状に構成されているので、混練が不要であり、同工程における樹脂の熱劣化、酸化劣化、磁石粉末の破壊を防ぐことができる。

また、コンパウンド、ペレットと同様に、一定組成の材料を射出成形機に連続供給できる。

#### 【0086】

また、この発明のプラスチック磁石前駆体によれば、熱可塑性樹脂粉末の周囲に少なくとも 1 種類以上の磁石粉末が付着されて粉末状に構成されているので、上記発明と同様の効果を得ることができる。

#### 【0087】

また、この発明のプラスチック磁石前駆体の製造方法によれば、予め磁石粉末が熱可塑性樹脂粉末と接触したときに前記熱可塑性樹脂粉末の接触面が熔融する温度まで磁石粉末を加熱し、この加熱した磁石粉末を前記熱可塑性樹脂粉末と混合し、前記磁石粉末の熱により前記熱可塑性樹脂粉末を熔融して磁石粉末に付着させるので、混練工程無しに射出成形用プラスチック磁石前駆体を容易に製造す

ることができ、混練工程における樹脂の熱劣化、酸化劣化、磁石粉末の破壊が回避される。

#### 【0088】

また、この発明に係るプラスチック磁石前駆体の製造方法によれば、カップリング剤で被覆された磁石粉末を、前記カップリング剤の軟化温度以上、熱可塑性樹脂粉末の熔融温度以下の条件下で熱可塑性樹脂粉末と混合し、軟化した前記カップリング剤に前記熱可塑性樹脂粉末を付着させるので、上記プラスチック磁石前駆体の製造方法と同様の効果を得ることができる。

#### 【0089】

また、この発明に係るプラスチック磁石前駆体の製造方法によれば、熱可塑性樹脂粉末を活性化処理した後、磁石粉末と混合し、活性化した前記熱可塑性樹脂粉末を前記磁石粉末に付着させるので、上記プラスチック磁石前駆体の製造方法と同様の効果を得ることができる。

#### 【0090】

また、この発明に係るプラスチック磁石前駆体の製造方法によれば、熱可塑性樹脂粉末および磁石粉末を被覆したカップリング剤の少なくとも一方を活性化処理した後、前記熱可塑性樹脂粉末と前記磁石粉末とを混合し、前記カップリング剤により前記熱可塑性樹脂粉末と前記カップリング剤とを結合されるので、上記プラスチック磁石前駆体の製造方法と同様の効果を得ることができる。

#### 【0091】

また、この発明のプラスチック磁石によれば、プラスチック磁石前駆体を射出成形してプラスチック磁石が製造されるので、磁気特性の劣化が少なく、品質安定性の高いプラスチック磁石を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1～9のプラスチック磁石前駆体が投入される射出成形機の構成図である。

【図2】 (a)はこの発明の実施の形態1、3のプラスチック磁石前駆体の説明図、(b)はこの発明の実施の形態1、3のプラスチック磁石前駆体の説明図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 4 のプラスチック磁石前駆体の説明図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 5 のプラスチック磁石前駆体の説明図である。

【図 5】 (a) はこの発明の実施の形態 6 のプラスチック磁石前駆体の説明図、(b) はこの発明の実施の形態 6 のプラスチック磁石前駆体の説明図である。

【図 6】 (a) はこの発明の実施の形態 7、8 および 9 のプラスチック磁石前駆体の説明図、(b) はこの発明の実施の形態 7、8 および 9 のプラスチック磁石前駆体の説明図である。

【図 7】 プラスチック磁石を製造する射出成形機の他の例を示す構成図である。

【図 8】 プラスチック磁石を製造する射出成形機の他の例を示す構成図である。

【図 9】 プラスチック磁石を製造する射出成形機の他の例を示す要部構成図である。

【図 10】 (a) は金型の側断面図、(b) は図 10 (a) のイーイ線に沿った断面図である。

【図 11】 (a) は金型の側断面図、(b) は図 11 (a) のローロ線に沿った断面図である。

【図 12】 プラスチック磁石を製造する射出成形機の他の例を示す構成図である。

【図 13】 プラスチック磁石を製造する射出成形機の他の例を示す構成図である。

【図 14】 紫外線照射器を備えた射出成型機の部分構成図である。

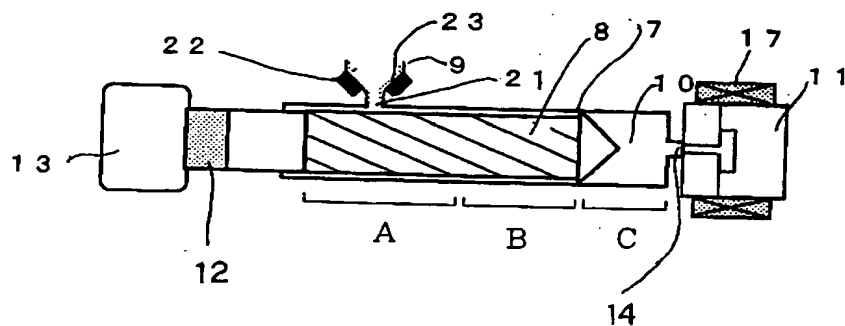
【図 15】 コロナ放電器を備えた射出成型機の部分構成図である。

【符号の説明】

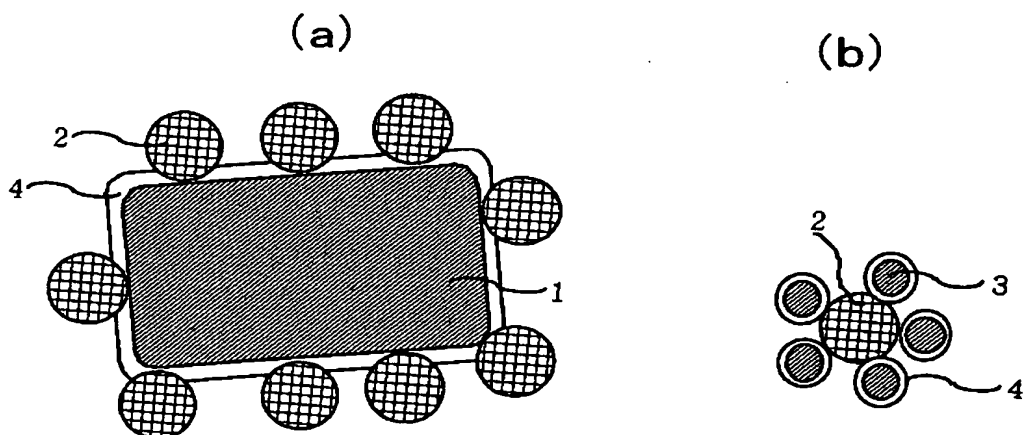
1, 3 磁石粉末、2, 5 熱可塑性樹脂粉末、4 カップリング剤、26 前駆体。

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

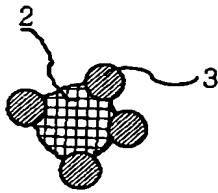


- 1 磁石粉末
- 2 熱可塑性樹脂粉末
- 4 カップリング剤

BEST AVAILABLE COPY

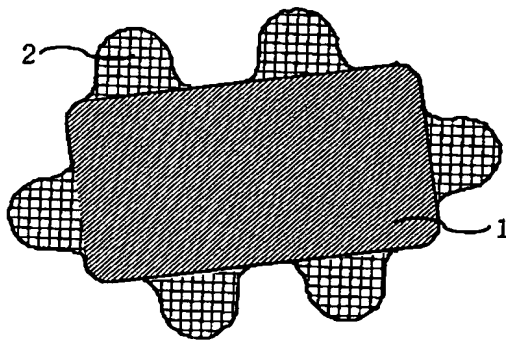


【図 3】



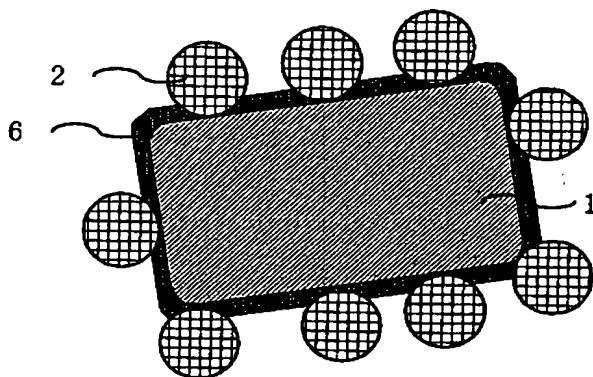
3 磁石粉末

【図 4】

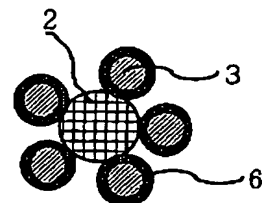


【図 5】

(a)

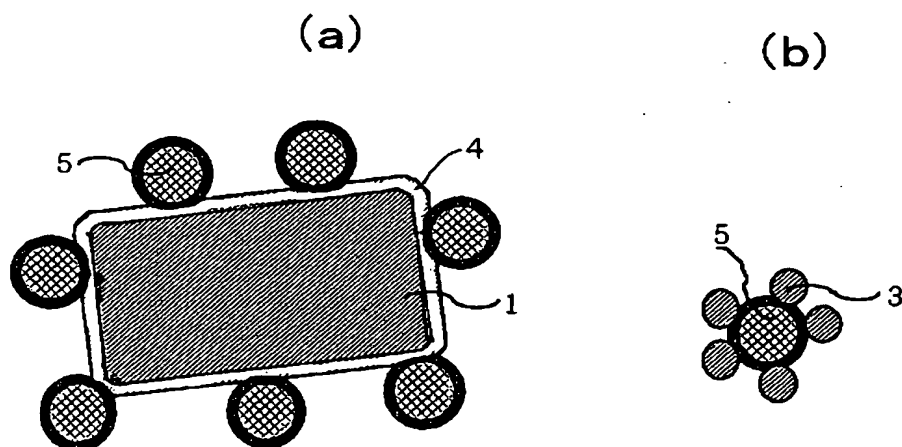


(b)



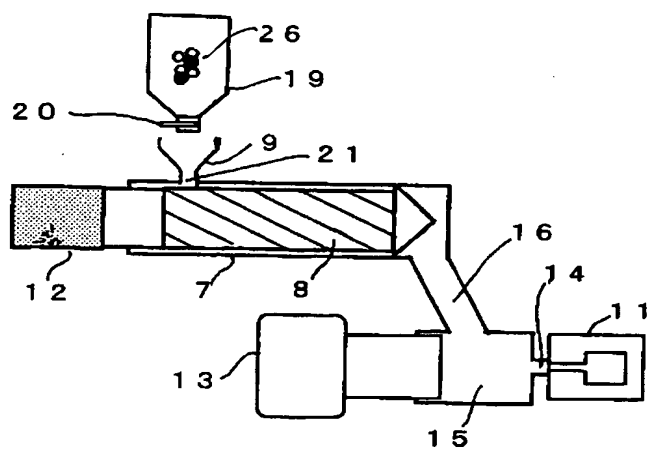
BEST AVAILABLE COPY

【図 6】



5 熱可塑性樹脂粉末

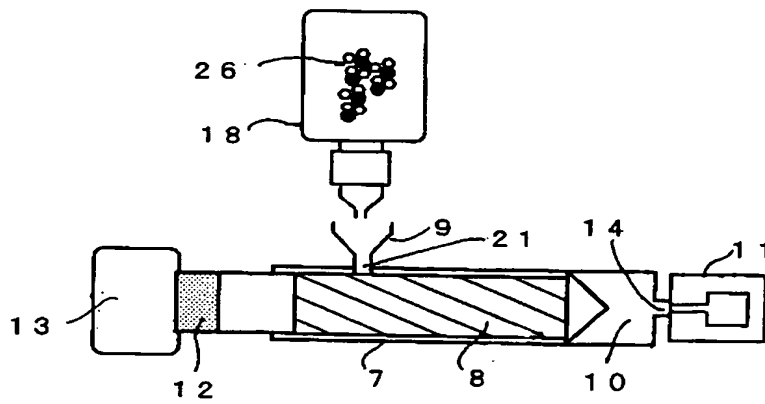
【図 7】



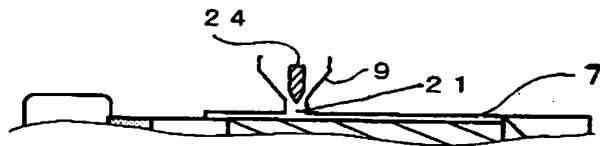
26 プラスチック磁石前駆体

BEST AVAILABLE COPY

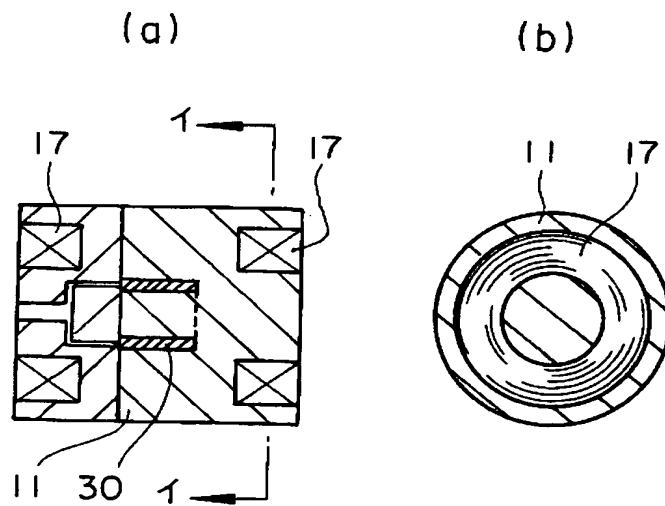
【図 8】



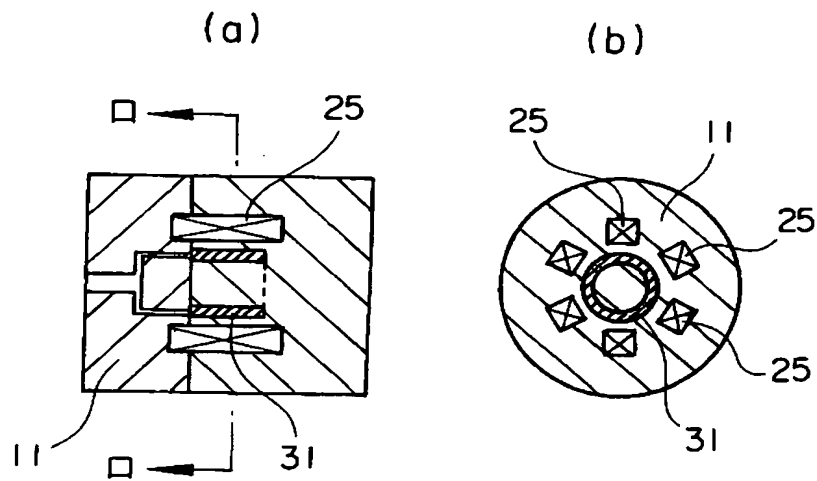
【図 9】



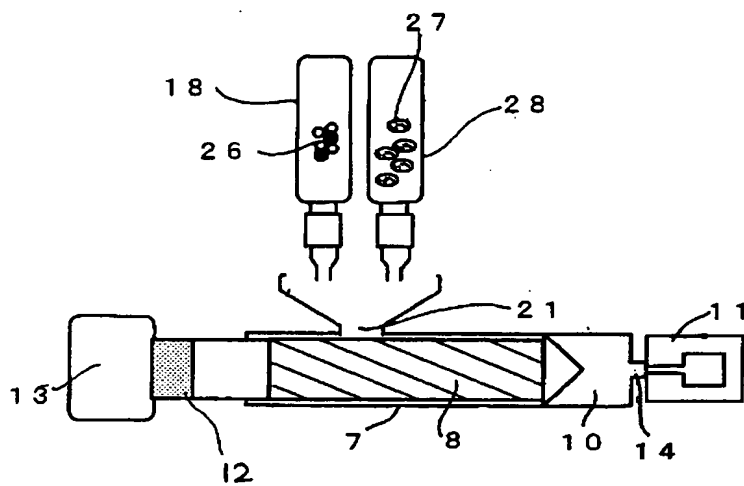
【図 10】



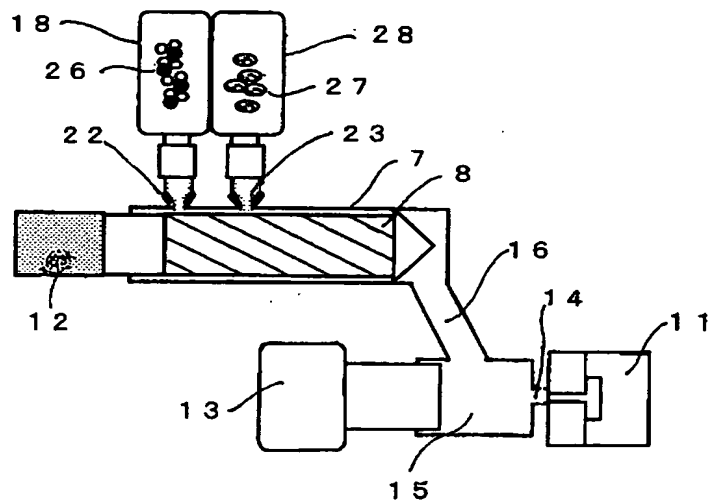
【図 11】



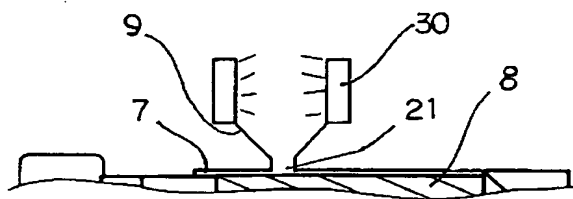
【図 12】



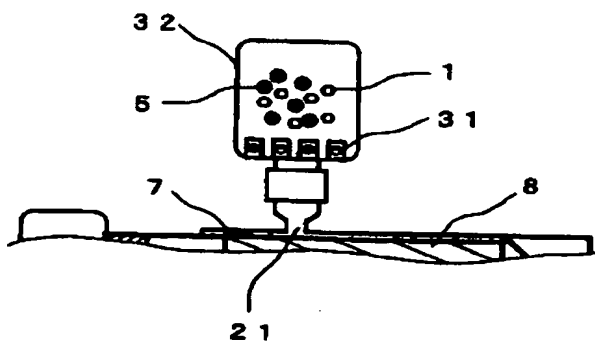
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、プラスチック磁石を成形する工程に一定組成で供給できるとともに、樹脂が溶融、剪断される混練工程を不要としたプラスチック磁石前駆体を得ることができ、この前駆体を用いて射出成形することにより、磁気特性の劣化が少なく、品質のバラツキの小さいプラスチック磁石を得る。

【解決手段】 この発明のプラスチック磁石前駆体は、Nd-Fe-B系等方性磁石粉末1およびフェライト異方性磁石粉末をチタネート系カップリング剤4を用いて被覆処理を施し、この磁石粉末1の周囲に熱可塑性樹脂粉末1を付着して粉末状に構成されている。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 3 - 0 2 6 1 1 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社